

研究報告

高強度運動がFSTL3に及ぼす影響

今 有礼

Impact of High Intensity Exercise on FSTL3

Michihiro KON

I. 緒言

近年、社会環境や生活習慣の変化に伴い、肥満や糖尿病の患者数が増加している。運動はエネルギー代謝を促進するため、肥満および糖尿病の予防・改善に有効であることは広く知られている。特に有酸素性運動は、エネルギー代謝の亢進やインスリン感受性の改善に効果的であることが多くの研究により報告されており、肥満や糖尿病を改善するための運動療法として広く用いられている。一方近年においては、高強度のインターバル運動が、運動時間および実施回数が少ないにも関わらず、エネルギー代謝の亢進に関わる因子の発現²⁾やインスリン感受性の改善⁴⁾に有効であることが報告されており、効率的で効果的なトレーニング法として注目されている。

運動によるエネルギー代謝の亢進やインスリン感受性の改善には様々な因子が関係している。近年においては、骨格筋から分泌されるタンパク質が、エネルギー代謝の亢進やインスリン感受性の増加に関係していることが報告されており、運動による肥満や糖尿病の改善に関与している可能性が指摘されている。Follistatin-like 3(FSTL3)は、骨格筋をはじめ多くの組織で発現が確認されているタンパク質であり³⁾、エネルギー代謝やインスリン感受性に影響を及ぼ

すことが報告されている¹⁾。Brandtら¹⁾は、骨格筋においてFSTL3を過剰発現させたところ、高脂肪食誘発性の脂肪蓄積が減少し、インスリン感受性も改善したことを報告した。従って、運動によりFSTL3の分泌が増加すれば、運動による代謝およびインスリン感受性改善のメカニズムの一つとして説明することができる可能性がある。しかし、運動がFSTL3の分泌に及ぼす影響についてはほとんど明らかになっておらず、一過性の高強度インターバル運動がFSTL3の分泌に及ぼす影響について検討した研究はない。

そこで本研究では、一過性の高強度インターバル運動がFSTL3の変動に及ぼす影響について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象は、健常成人男性8名とした。対象者の身体特性は、年齢 (23.4 ± 1.1 歳)、身長 (172.1 ± 1.7 cm)、体重 (68.0 ± 2.0 kg) であった。すべての対象者に実験内容や手順を説明し、途中で辞退できることを理解させた上で、文書による実験参加の同意を得た。

2. 高強度インターバル運動

高強度インターバル運動は、自転車エルゴ

メーターを用いて行った。負荷は体重×0.075 kpとし、30秒間の全力ペダリングを4セット、セット間休息4分で実施した。各セットのピークパワーおよび平均パワーを測定し、記録した。

3. サンプル採取および保存方法

血液は、運動前 (pre)、運動直後、運動15分後、運動30分後、運動120分後に肘静脈より採取した。採取した血液は、血清分離剤入りの採血管に分注した。その後、採血管を3000rpm (4℃) で10分間遠心分離し、血清のみを取り出し、分析まで-80℃で冷凍保存した。

4. 測定項目および測定方法

本研究では、血清FSTL3濃度を測定した。血清FSTL3濃度は、enzyme-linked immuno sorbent assay (ELISA) キット (Human FLRG Quantikine ELISA Kit, R&D systems) を用いて、FSTL3を特異的に検出するELISA法により測定した。また、運動強度を客観的に評価するために血中乳酸濃度を測定した。血中乳酸濃度の測定は、簡易血中乳酸測定器 (ラクテート・プロ) を用いて行った。

5. 統計処理

各測定値は、平均値 ± 標準誤差で示した。運動前および運動後の各測定値の差の検定は、反復測定による一元配置の分散分析を用い、有意差が認められた場合にはFisher's PLSDを用いて多重比較の検定を行った。有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

ピークパワーおよび平均パワーの変化をFigure 1に示した。ピークパワーは、set 1と比較し、set 3およびset 4で有意に低下した ($P<0.01$)。平均パワーは、set 1と比較し、set 2、set 3、およびset 4で有意に低下した ($P<0.01$)。

血清FSTL3濃度の変化をFigure 2に示した。血清FSTL3濃度は、運動前と比較し、運動直後

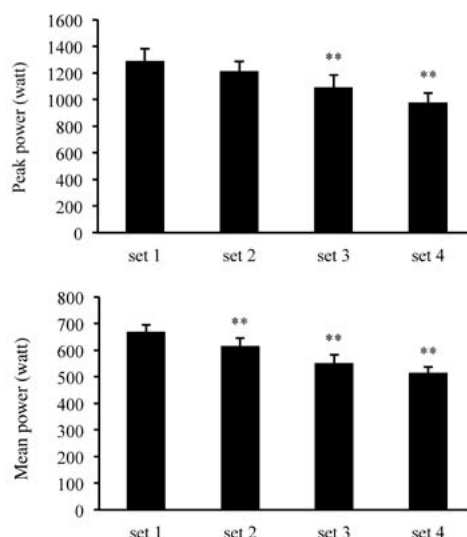


Figure 1. Changes in peak power and mean power. ** $P<0.01$ (vs set 1)

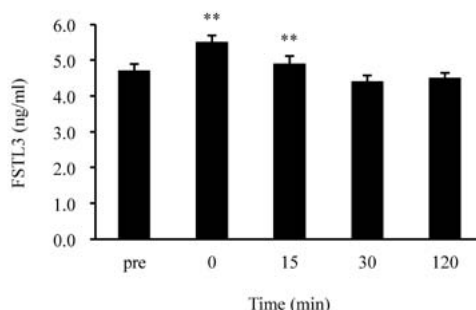


Figure 2. Changes in serum FSTL 3 concentrations. ** $P<0.01$ (vs pre)

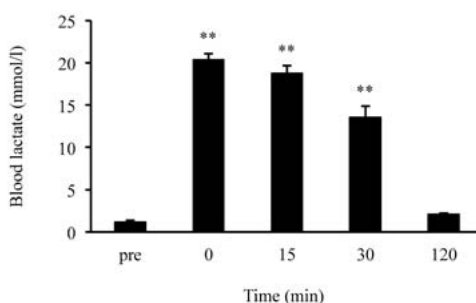


Figure 3. Changes in blood lactate concentrations. ** $P<0.01$ (vs pre)

および運動15分後に有意に増加した ($P<0.01$)。

血中乳酸濃度の変化をFigure 3に示した。血中乳酸濃度は、運動前と比較し、運動直後、運

動15分後、および運動30分後に有意に増加した ($P < 0.01$)。

IV. 考察

本研究では、高強度インターバル運動が FSTL3 の変動に及ぼす影響を経時的に調べた。その結果、高強度インターバル運動により FSTL3 の分泌が一過性に増加することが明らかとなった。

一過性運動と FSTL3 の関係については、唯一レジスタンス運動による影響のみ検討されている。Willoughby と Taylor⁵⁾ は、運動習慣のない成人男性に一過性レジスタンス運動を行わせたところ、運動前と比較し運動24時間後に血清 FSTL3 濃度が有意に増加したことを報告した。しかし、これまで高強度インターバル運動が FSTL3 に及ぼす影響について検討した研究はなかった。また Willoughby と Taylor⁵⁾ の研究は、運動6時間後、24時間後、および48時間後に FSTL3 濃度を測定しており、運動直後や運動後の早い時間帯での FSTL3 の変動については明らかになっていない。本研究は、高強度インターバル運動により FSTL3 の分泌が運動直後から有意に増加することを初めて報告した。

本研究の結果から、高強度インターバル運動により FSTL3 の分泌が刺激されることが明らかになったが、運動によるどのような刺激（筋収縮、組織の低酸素化など）が、FSTL3 の分泌を増加させているのかはわかっていない。また FSTL3 は、骨格筋だけではなく多くの組織で発現が確認されているが³⁾、本研究で観察された運動による FSTL3 の分泌増加がどの組織由来であるかわかっていない。今後は動物実験や細胞実験などを用いて、詳細に検討していく必要があると思われる。

付記

本研究は2016年度中京大学体育研究所の共同研究費を得て行われた。

V. 参考文献

- 1) Brandt C, Hansen RH, Hansen JB, Olsen CH, Galle P, Mandrup-Poulsen T, Gehl J, Pedersen BK, Hojman P. Over-expression of Follistatin-like 3 attenuates fat accumulation and improves insulin sensitivity in mice. *Metabolism*, 64: 283-295, 2015.
- 2) Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol*, 586: 151-160, 2008.
- 3) Nam J, Perera P, Gordon R, Jeong YH, Blazek AD, Kim DG, Tee BC, Sun Z, Eubank TD, Zhao Y, Lablebecioglu B, Liu S, Litsky A, Weisleder NL, Lee BS, Butterfield T, Schneyer AL, Agarwal S. Follistatin-like 3 is a mediator of exercise-driven bone formation and strengthening. *Bone*, 78: 62-70, 2015.
- 4) Richards JC, Johnson TK, Kuzma JN, Lonac MC, Schweder MM, Voyles WF, Bell C. Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to beta-adrenergic stimulation. *J Physiol*, 588: 2961-2972, 2010.
- 5) Willoughby DS, Taylor L. Effects of concentric and eccentric muscle actions on serum myostatin and follistatin-like related gene levels. *J Sports Sci Med*, 3: 226-233, 2004.